

Karol F. ABRAMEK, Mirosław UZDOWSKI

## MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW SZKLANYCH

### *Streszczenie*

*Referat zawiera uwagi dotyczące możliwości recyklingu szkła, problematyki jego zbiórki i selekcji. Przedstawiono również możliwości wykorzystania sztuczki szklanej w różnych dziedzinach przemysłu.*

### WSTĘP

Szkło jest materiałem nieorganicznym otrzymywanym w wyniku stopienia, a następnie schłodzenia (tak by nie doszło do pełnej krystalizacji) krzemionki tlenku krzemu wraz z dodatkami w odpowiednich proporcjach. Piasek kwarcowy jest podstawowym surowcem do produkcji szkła. Oprócz tego w procesie produkcji szkła stosowane są dodatki takie jak: węglan sodu i wapnia, topniki: tlenek boru i ołowiu oraz barwniki (tlenki metali przejściowych m.in. kadm, mangan).

Szczególne i specyficzne właściwości szkła powodują, że znalazło ono wiele zastosowań w różnych dziedzinach życia. Szkło jenajskie (borowo-krzemianowe) stosuje się do wytwarzania sprzętu laboratoryjnego i kuchennego. Na potrzeby optyki stosuje się specjalne szkło optyczne. Szkło budowlane wykorzystywane jest do produkcji m.in.: okien, pustaków szklanych, ornamentów, elementów elewacyjnych. Najczęściej jest to szkło sodowo-wapniowo-potasowo-krzemianowe. W produkcji wyrobów dekoracyjnych, wykorzystywane jest szkło ołowiowe (kryształowe).

W fazie produkcji oraz użytkowania wyrobów szklanych powstają ich odpady. W myśl ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku *o odpadach* (DzU z 2007 r., nr 39, poz. 251 – tekst jednolity) odpady oznaczają każdą substancję lub przedmiot należący do jednej z kategorii, określonych w załączniku nr 1 do ustawy, których posiadacz pozbywa się (lub do ich pozbycia się jest obowiązany).

### 1. CHARAKTERYSTYKA GRUP ODPADÓW SZKLANYCH

Grupę o kodzie 16 01 20 stanowią odpady w postaci całych lub uszkodzonych szyb samochodowych pochodzące z demontażu, przeglądu i konserwacji pojazdów. Powstają one w stacjach demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz zakładach mechanicznych. Zawierają zanieczyszczenia (np. przewody elektryczne, folie przyciemniające i inne). Mogą mieć też różne kolory.

Zawartość grupy o kodzie 17 02 02 stanowią odpady szkła płaskiego pochodzące, np. z okien, szklanych pustaków, drzwi, elementów elewacyjnych itp. Najczęściej powstają w trakcie demontażu i remontów różnych obiektów budowlanych. Odpady te mogą mieć różne kolory.

Grupa odpadów szkła o kodzie 19 12 05 powstaje z trakcie obróbki odpadów np. podczas, sortowania, zgniatania, granulowania. Występuje najczęściej w postaci różnokolorowych kawałków szkła.

Źródłem odpadów o kodzie 20 01 02 są selektywnie gromadzone i segregowane szklane odpady komunalne (z wyłączeniem odpadów opakowaniowych), np. stłuczone lub uszkodzone szklanki i inne naczynia szklane, wyroby z kryształu.

Powstające w gospodarstwach domowych, przetwórnictwie owoców i warzyw, w wytwórniach napojów odpady opakowaniowe, takie jak: butelki, słoiki itp., stanowią grupę odpadów szklanych o kodzie 15 01 07. W zależności od miejsca powstania mogą być one zanieczyszczone zawartością opakowania oraz posiadać różne kolory.

Powstające odpady w procesie produkcji szkła w hutach (o kodzie 10 11 12) wykorzystywane są bezpośrednio jako składnik w aktualnym procesie technologicznym produkcji szkła. Stłuczka szklana jest zawracana do procesu technologicznego produkcji szkła, jako składnik zestawu podawanego do wanny szklarskiej.

Klasyfikację odpadów szklanych przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Klasyfikacja odpadów ze szkła

Nazwa odpadu	Kod	Rodzaj odpadu
Szyby samochodowe	16 01 20	szkło
Szyby okienne, drzwiowe	17 02 02	szkło
Kawałki szkła mieszanego	19 12 05	szkło
Szkło mieszane z linii sortowniczej	20 01 02	szkło
Butelki, słoiki itp.	15 01 07	opakowania ze szkła
Szkło odpadowe z procesów hartowania i produkcji szkła	10 11 12	szkło odpadowe inne niż wymienione 10 11 11
Szkło odpadowe w postaci małych cząsteczek i proszku szklanego zawierającego metale ciężkie (np. z lamp elektronopromieniowych)*	10 11 11	odpad klasyfikowany jako niebezpieczny

\* – grupa nie jest klasyfikowana jako odpad ze szkła, lecz jako odpad niebezpieczny.

## 2. ZBIÓRKA ODPADÓW SZKLANYCH

Ze względu na budowę i skład szkło nie jest groźne dla środowiska i może bezpiecznie być składowane na składowiskach. Jedynym ujemnym czynnikiem jest obciążenie tych składowisk. Obecna technologia produkcji szkła umożliwia wykorzystanie odpadów w 100% powodując wysoki ekologiczny i ekonomiczny stopień ich zagospodarowania. Wielokrotny recykling odpadów szklanych możliwy jest dzięki specyficznym cechom szkła, co powoduje, że jest ono cennym surowcem wtórnym.

Obecnie recykling stłuczki szklanej najczęściej wiązany jest ze szkłem opakowaniowym zbieranym ze źródeł rozproszonych (od społeczeństwa). Koniecznością właściwego wykorzystania tej stłuczki jest jej selektywna zbiórka, gdyż charakteryzuje się ona specyficznym składem chemicznym (odmiennym od innych wyrobów szklanych, np. szkła budowlanego). Aspekt ten wymusza oddzielne zbieranie tych odpadów, a więc organizowanie systemów zbiórki selektywnej. Dodatkowym problemem jest zanieczyszczenie różnych rodzajów stłuczki szkłem o różnych kolorach oraz innymi odpadami, np. papierem, folią, metalem.

Na zbiórkę odpadów szklanych ma wpływ obowiązek uzyskania narzuconych ustawowo poziomów odzysku i recyklingu opakowań szklanych. Zgodnie z [6] poziom odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych w tym również dla opakowań ze szkła gospodarczego do 2014 r. powinien osiągnąć poziom 60%. Źródłem tych odpadów nie są tylko gospodarstwa domowe, lecz także zakłady żywienia zbiorowego i inne punkty usług gastronomicznych. Warunkiem wykorzystania stłuczki szklanej jest konieczność jej uzdatnienia. Proces ten wiąże się głównie z oczyszczaniem i kruszeniem stłuczki na mniejsze kawałki i se-

gregacja według kolorów. Czynności uzdatniania prowadzone są w firmach odzysku odpadów, gdzie dokonuje się podziału na stłuczkę pochodzenia motoryzacyjnego, z selektywnej zbiórki opakowań, przemysłu szklarskiego, remontów budowlanych.

### 3. WKORZYSTANIE STŁUCZKI SZKLANEJ W HUTACH SZKŁA

Względy ekologiczne i ekonomiczne nakazują użycia jako surowca do wtórnego topienia i produkcji wyrobów szklanych w hutach szkła, uzdatnionej i selektywnie zebranej stłuczki szklanej w postaci granulatów (bezbarwnego, brązowego, zielonego lub brązowo-zielonego). W zależności od rodzaju produktów szklarskich i wymaganych parametrów wsad stłuczki może osiągać różny poziom (nawet 50% topionej masy). Podstawowym utrudnieniem przy stosowaniu tej metody są różnice w składzie chemicznym i temperaturze topnienia. Różnorodność stłuczki i wymusza konieczność jej selekcji. Następnie stłuczka opakowaniowa przekazywana jest do hut szkła opakowaniowego natomiast szkło płaskie do hut szkła okiennego. Takie postępowanie umożliwia ograniczenie zużycia podstawowych surowców szklarskich, takich jak np. mączka wapienna, soda, piasek, przynosząc wymierne korzyści w postaci zmniejszenia zapotrzebowania na energię i obniżenie kosztów produkcji. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w postaci obniżenia emisji CO<sub>2</sub>, SO, Cl, F, NO<sub>x</sub> oraz pyłów, a także ograniczenie zużycia nośników energii (paliw). Przykładowo 1 Mg stłuczki umożliwia zaoszczędzenie około 800 kg piasku, 250 kg sody i 180 kg mączki wapiennej. Wymiernym efektem jest także przedłużenie żywotności pieców hutniczych [3, 4].

### 4. INNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODPADÓW

Jednym z przykładów wykorzystania stłuczki szklanej jest produkcja cienkich włókien szklanych pod nazwą Izolan. Do ich produkcji, oprócz stłuczki, wykorzystywany jest tlenek wapniowy lub sodowy. Uzyskane włókna szklane służą do produkcji mat i płyt izolacyjnych. Do produkcji wełny szklanej wykorzystuje się stłuczkę szkła płaskiego oraz opakowaniowego. Wełna stosowana jest w budownictwie do izolacji termicznej i akustycznej. Może być również wykorzystywana do wzmacniania różnego rodzaju kształtek i wyrobów z tworzyw sztucznych, stosowanych do budowy różnego rodzaju rurociągów i przewodów w wielu dziedzinach przemysłu (celulozowo-papierniczym, chemicznym, grzewczym, itp.).

Występująca przy segregacji odpadów bardzo drobna stłuczka wykorzystywana jest do produkcji granulek szkła spienionego. Dodatkowo rozdrobniona stłuczka po dodaniu wody, spoiwa i substancji spieniającej pozwala na uzyskanie porowatego produktu w postaci, granulek o różnej średnicy. Stosowane są one w budownictwie (jako dodatek do tynków, zapraw murarskich, różnych elementów architektonicznych, ornamentów) oraz jako składnik uzdatniający kleje.

Szczególnym sposobem wykorzystania stłuczki płaskiego szkła okiennego jest produkcja mikrokulek szklanych. Dzięki różnym kątom załamania światła szklane mikrokulki refleksyjne stosowane są na oznakowania poziomego dróg (elementy odblaskowe), charakteryzujące się zapewnieniem dobrej widzialności w nocy. Znajdują również zastosowanie jako dodatki do mas chemoutwardzalnych, termoplastycznych i farb. Innym rodzajem ich wykorzystania jest użycie jako materiału ściernego w mechanicznym sposobie czyszczenia, uszlachetniania lub wzmacniania obrabianych powierzchni. Mikrokulki także mogą być wykorzystywane jako dodatek do kitów szpachlowych dla przemysłu samochodowego i jako składnik elementów konstrukcyjnych przy produkcji imitacji marmuru.

W przemyśle spożywczym, ceramicznym, w oczyszczalniach ścieków i biotechnologii stłuczka szklana po odpowiednim przygotowaniu wykorzystywana jest do produkcji membran filtracyjnych, jako środek ścierny w proszkach i pastach do czyszczenia, w produkcji mas ceramicznych i ceramiki budowlanej (dachówki, klinkier, rury ściekowe, płytki cera-

miczne). Odpady szkła opakowaniowego i płaskiego po aktywacji chemicznej i przetworzeniu na spoiwo oraz wymieszaniu z piaskiem stosowane są do stabilizacji podłoża elementów rekreacyjnych architektury krajobrazu (chodników dla pieszych, ścieżek rowerowych, alei parkowych, dróg).

## ZAKOŃCZENIE

Ekonomiczne aspekty zbiórki i odbioru odpadów szklanych uzależnione są od ilości dostarczonej stłuczki, stopnia jej zanieczyszczenia oraz formy organizacyjnej jej transportu z miejsca zbiórki do huty. Recykling i odzysk stłuczki warunkowany jest wymogami jej czystości i brakiem zanieczyszczeń, takich jak np. ziemia, kamienie, ceramika. W przypadku stłuczki opakowaniowej dopuszcza się obecność w niej papierowych etykiet, nakrętek z tworzyw sztucznych i metalowych kapsli. W tym przypadku istotna jest także segregacja stłuczki według koloru. Znacznie ułatwia to proces powtórnego wykorzystania, szczególnie, że stłuczka szklana może być poddawana procesowi recyklingu praktycznie wielokrotnie i w całości.

## POSSIBILITIES OF WASTE GLASS

### *Abstract*

*The paper contains comments on the possibility of recycling glass, the issue of collection and selection. Also presents the possibility of using glass cullet in various industries.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Pękała R.: *Recykling odpadów szklanych*. Świat Szkła 2006, nr 7-8.
2. Merkisz-Guranowska A.: *Aspekty rozwoju recyklingu w Polsce*. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 2005.
3. Sordoń-Kulibaba B.: *Zagospodarowanie odpadów szklanych*. Świat Szkła, 2006, nr 7-8.
4. Sordoń-Kulibaba B.: *Zagospodarowanie odpadów szkła i opakowań szklanych*. Recykling, 2008, nr 3(87)
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów. DzU 2001, nr 112, poz. 1206.
6. Ustawa o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej. DzU 2007, nr 90, poz. 607.

### *Autorzy:*

dr inż. **Karol F. Abramek** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
dr inż. **Mirosław Uzdowski** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie